

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-198824

(43)Date of publication of application : 02.09.1987

(51)Int.Cl.

G02F 1/03
// G02B 6/12

(21)Application number : 61-039202

(71)Applicant : HITACHI LTD
HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 26.02.1986

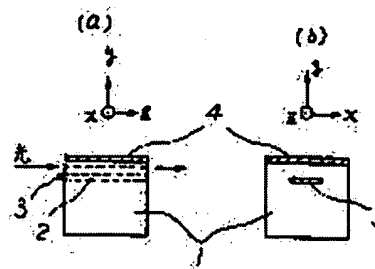
(72)Inventor : NAGATSUMA KAZUYUKI
KURODA TAKARO
MATSUMURA HIROYOSHI

(54) OPTICAL MODULATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To make efficient phase modulation of light with a low voltage without forming ruggedness to an electrooptic crystal by implanting high energy ions into said crystal to form a conductive inside electrode.

CONSTITUTION: Al ions are implanted to the position of about $5\mu\text{m}$ depth to an LiNbO_3 single crystal from the surface in the y-axis direction thereof by a high energy ion planting device to form the inside electrode 2. The two faces in the z-axis direction are then optically polished to form Al electrodes 3 for connection. An outside Al electrode 4 is further formed by vacuum deposition on the crystal surface in the y direction where ions are implanted. A voltage source is connected between the Al electrodes 3 for connection and the Al electrode 4 and an He-Ne laser is propagated in the z-axis direction by which the laser light is phase-modulated.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 公開特許公報(A)

昭62-198824

⑫ Int.Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和62年(1987)9月2日

G 02 F 1/03
// G 02 B 6/12C-7448-2H
8507-2H

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 光変調器

⑯ 特 願 昭61-39202

⑰ 出 願 昭61(1986)2月26日

⑱ 発 明 者 長 妻 一 之 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑱ 発 明 者 黒 田 崇 郎 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑱ 発 明 者 松 村 宏 善 国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内
⑲ 出 願 人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
⑲ 出 願 人 日立電線株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目1番2号
⑲ 代 理 人 弁理士 小川 勝男 外1名

明 細 書

発明の名称 光変調器

特許請求の範囲

1. 電気光学結晶内部に、高エネルギーイオン打込みにより、導電性内部電極を形成し、該電気光学結晶表面に配設した外部電極との間に電圧を印加して、両電極間を通過する光の位相を変化させることを特徴とする光変調器。
2. 上記内部電極と外部電極間に、上記イオンとは別種のイオンを打込んで屈折率が高い光導波路を形成し、この光導波路に光をとじ込めて伝搬させ、該内部-外部電極間に電圧を印加して、光の位相を変化させることを特徴とする特許請求の範囲第1項記載の光変調器。
3. 上記導電性内部電極を複数にして形成し、該導電性内部電極相互間に電圧を印加し、両電極間を通過する光の位相を変化させることを特徴とする特許請求の範囲第1もしくは第2項記載の光変調器。

発明の詳細な説明

〔発明の利用分野〕

本発明は、光変調器に係り、特に低電圧で駆動できる光変調器に関する。

〔発明の背景〕

従来から用いられている光変調器の1つに、第5図に示すような、電気光学効果を利用した、いわゆるバルク型光変調器がある(ジュー・オブティカル・ソサイエティ・アメリカ第51巻(1961)第78頁(J. of the Optical Society of America, Vol 51 (1961) P. 76)参照)。このタイプの変調器では、光学結晶中を通過する光の位相差は、電極間電圧に比例し、電極間隔に反比例する。

したがって、低電圧で駆動するためには、電極間隔、すなわち、電圧印加方向の結晶厚みを小さくする必要がある。しかしながら、結晶を薄くしていくと、割れ易くなり、取扱いが難しくなる。電気光学結晶の場合、薄くできる厚みの限界は、100 μ m程度であり、それ以下の厚みとして使用するのは実用的ではなく、低電圧駆動が困難と

なる問題をかかえていた。

又、従来から用いられている変調器の他のタイプの1つは、第26図に示すような、ジェー・アップライド・フィジックス第51巻(1980年)第90頁(J. Appl. Phys. 51, 90 (1980))に報告されているとき、表面駆動型光変調器である。このタイプでは、電極間隔は第5図のタイプに比べ小さくできる利点はあるが、電界分布が一樣ではなく、表面近傍に集中しやすいため、印加電圧を前のタイプに比べ、ずっと高くしなければならない欠点がある。

第3のタイプとして第7図に示すような、アップライド・フィジックス・レター第26巻(1975年)第298頁(Appl. Phys. Lett. 26, 298 (1975))に報告されているときリッジ型光変調器がある。これは、バルク結晶の表面にリッジ部を残すような加工を施し、横方向から電圧を印加するものである。前2者に比べ、効率よく動作させることができるが、リッジ加工および電極形成が難しく、作製工程が複雑である欠点がある。

ギーイオン打込装置を用いて、Alイオンを深さ約5 μ mの位置に打込み、内部電極2を形成した。次に、z軸方向の2面を光学研磨し接続用Al電極3を真空蒸着で形成した。次に、イオン注入を行なったy方向結晶表面に外部Al電極4を、真空蒸着により形成した。接続用Al電極3および外部Al電極4間に、電圧源を接続し、波長0.633 μ mのHe-Neレーザをz軸方向に伝搬させて、そのレーザ光を100%位相変調するための電圧、すなわち半波長電圧を求めたところ、約10Vであった。この値は、従来の、第5図のタイプに比べ約2桁小さく、第6図のタイプに比べ約1桁小さく、第3図のタイプと同一水平である。

実施例2

第3図を用いて説明する。

まず、実施例1と同様に、5 \times 5 \times 5mm³のLiNbO₃単結晶のy軸方向表面より、高エネルギーイオン打込み装置を用いて、Alイオンを深さ約5 μ mの位置に打込み、内部電極2を形成し

以上のごとく、従来技術は低電圧駆動あるいは作製の容易さという問題を有していた。

(発明の目的)

本発明の目的は、低電圧で光変調が可能で、かつ、結晶に凹凸加工を施すなどの複雑な加工作業を施さずに済む、電気光学効率を利用した光変調器を提供することにある。

(発明の概要)

上記目的を実現するために、出願者は、第1図のタイプの変形として、第1図のように、電気光学結晶内に内部電極を設け、外部電極との間に電圧を印加する光変調器を考案した。結晶に凹凸加工を施すことなく、結晶内に内部電極を設置するには、金属イオンを高エネルギーで結晶中へイオン注入する手法を採用した。

(発明の実施例)

以下、本発明の実施例を説明する。

実施例1

第2図を用いて説明する。5 \times 5 \times 5mm³のLiNbO₃単結晶のy軸方向表面より、高エネルギー

イオンを深さ約2.5 μ mの位置に半径が約1.5 μ mの円柱状になるように打込み、光導波路5を形成した。次に前述の実施例1と全く同様にして、接続用Al電極3、外部Al電極4を形成し、He-Neレーザ光を伝搬させた。その結果、光を導波路にとじ込めて伝搬できることが確認した。また、半波長電圧は約7Vと、実施例1に比べ更に低減でき、有効性を確認することができた。

実施例3

第4図を用いて説明する。

5 \times 5 \times 5mm³のLiNbO₃単結晶のx軸方向表面より、高エネルギーイオン装置で、打込みエネルギーを徐々に変えて、表面から約5 μ mの深さまで、Alイオンを深さ1 μ mで、間隔を5 μ mとして打込み、2個の内部電極2を作製した。つぎに、Tiイオンを、上記、内部電極間の中央に、約1 μ m幅で深さ5 μ mまで、同様に打込みエネルギーを徐々に変えて打込み光導波路を形成した。次に、実施例1、2と同様に、接続用Al電極3

を形成し、内部電極間に電圧をして、He-Neレーザ光を透過した。その結果、実施例2とほぼ同程度の電圧で100%透過が可能であった。

以上の実施例では、 LiNbO_3 単結晶、 A^{2+} イオン打込みによる内部電極を用いたが、 LiNbO_3 単結晶の代わりに、 LiTaO_3 、 KDP 、 SBN などの強誘電性電気光学結晶、あるいは、 GaAs 、 GaP 、 ZnTe などの高抵抗半導体性電気光学結晶を用いても同様の結果が得られることは容易に推測できる。また、 A^{2+} イオンの代わりに、他の金属性イオンを用いても同様の効果が期待できることは明らかである。

〔発明の効果〕

以上述べたように、本発明によれば、結晶に凹凸加工を施さずに、低電圧で効率良く光の位相変調を行なえる効果がある。

図面の簡単な説明

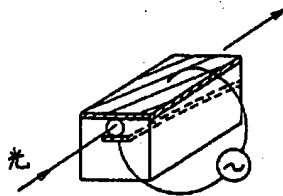
第1図は、本発明の内部電極を用いた光変調器を示す説明図、第2図は、本発明の実施例1を示す(a)側面図、(b)正面図、第3図は、本発

明の実施例2を示す(a)側面図、(b)正面図、第4図は、本発明の実施例3を示す(a)上面図、(b)正面図、第5図は、従来のバルク型光変調器を示す説明図、第6図は、従来の表面駆動型光変調器を示す説明図、第7図は、従来のリッジ型光変調器を示す説明図である。

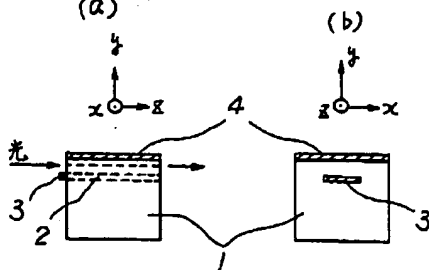
1… LiNbO_3 単結晶、2…内部電極、3…接続用 A^{2+} 電極、4…外部電極、5…光導波路。

代理人 井理士 小川勝男

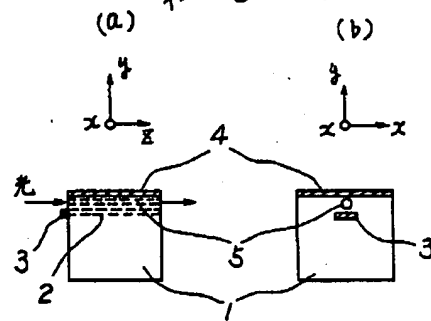
第 1 図



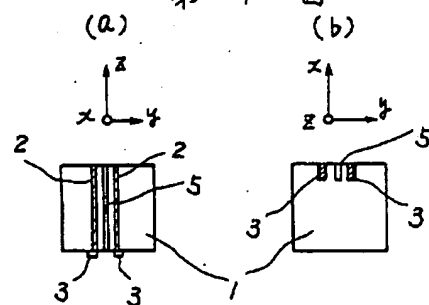
第 2 図



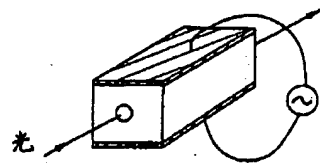
第 3 図



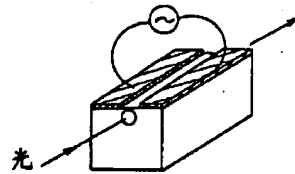
第 4 図



第 5 圖



第 6 圖



第 7 圖

